

病人也沒有心臟血管方面的手術史，更便得其證據不易找尋。再就臨床之肺栓塞來想，當一個病人長時期（三個月）不斷地發生肺動脈栓塞症時，其肺動脈必會使得右心室之壓力高升，然後，上流而使得右心房之壓力亦高升。此時，假如病人在心室或心房之中隔有一脆弱處，則，必可由於右心房或右心室之壓力增高而突破造成右側至左側之分流。就常人而言，正常時（右側心臟壓力正常）沒有右至左分流而右側壓力上升時會造成分流的，應可推測是否有Patent Foramen Ovale了。因此，綜合臨床之資料可以下此推斷。下一步便是尋找證據支持這項說法。該病人心導管

檢查之結果顯示：右心房的平均壓力是24 mmHg，是比正常時增加了許多。這樣更加强了我們的信心。病人死後解剖之結果沒有心室中隔缺損，沒有其他心臟或血管之畸形。唯一之發現便是心房之中隔在外科醫師手術時造成之「人為的缺損」。再就外科醫師而言，他們的報導，在手術時，「卵圓窗很輕易地便推開了」。因此，綜合整個的病史及手術病理解剖所得，此病人確實有右側心血管至左側心血管之分流，其致因為肺栓塞使Patent Foramen Ovale張開所致。而這種問題，可以輕易地由一張肺臟灌注檢查顯影圖看出，難道核子醫學之價值還要懷疑嗎？

## 結語

核醫之檢查有其相當之多元性，僅就此短短的篇幅也無法把核醫之精髓作一完整之說明，僅就最基本之原理作一介紹並以一例加以說明。至於其詳細之使用，尚待諸位進一步之研究與應用。

\* 註：所謂「冷」與「熱」乃據西方人之習慣而定，放射線活性多的地方謂之熱（hot），少的地方謂之冷（cold）。與現實生活之冷熱無關。

## 醫學顯像專欄(五)

### 核子醫學·核子醫學·核子醫學

## 醫學超音波

### 前言

醫生的最大目的是解決病人的問題，而要解決問題最重要的是了解問題生成的原因，故對學醫的人而言，診斷與了解病因是終其身奮戰不息的挑戰。傳統上用來診斷疾病之方法太多了，由簡單觀察，X光檢查到複雜探查手術（exploratory surgery）都是用來診斷疾病。超音波的應用，是近十幾年來新加入行列的方法之一，因這新方法不但無痛、方便、無危險性、無侵犯性外，尚可由超音波指引作治療，如抽吸囊液，作生檢如針管切取組織等，是故超音波之應用，可以作為診斷疾病之前鋒檢查。

施惠德 醫十五屆

醫六屆  
長庚紀念醫院肝膽內科主治醫師

改正：張簡吉幸



## 發展史

人類最早想以超音波探測出水中的物體，可能是在1912年鐵達尼號郵輪(The Titanic)沈沒之後。第一次世界大戰時，Langevin等開始利用超音波偵測潛艇，由於技術之進步而發展出「聲納」(Sonar——為Sound Navigation And Ranging之縮寫)，同時超音波亦在工業上被用來偵察材料的裂隙。二次世界大戰前，奧地利的Karl T Dussik第一次企圖將超音波應用到醫學上，但沒有成功。二次大戰後，由於電子技術之進步與超音波儀器性質之改良，使醫學應用變為可能。1947年Douglass H. Howry和John J. Wild致力於這一方面之研究，1950年Howry與工程師Dr. W. Roderic Bliss使用Pulse-echo system照出截面超音波圖，1951年Howry發展出複合掃描(compound scanning)。1954年第三代Howry的「軀體鏡」(Somatoscope)可以得到較好的結果，但檢查對象要浸在大水桶中(圖1)，雖然經過改良，但仍脫離不了大水桶與笨重裝備。1960年到1962年，Colorado大學研究發展了複合接觸式掃描器(Compound

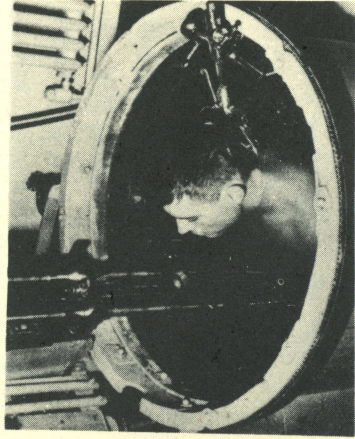


圖1、早期超音波以水當作傳音介子，將病人置於大水桶中操作。

contact scanner)，經工程師William L. Wright之改良為手操作的接觸式掃描器(圖2)，商業性超音波掃描器才正式應市，醫用超音波機器亦改良為簡便靈活的機器；同時因為醫學超音波被廣泛的利用，使致力於這一方面的研究更不擇餘力，故在近年來，除了對複合接觸掃描機器加以改進，使其解像力，滲透力，影像對比等方面改良外，尚發展出許多更進步之機器，如灰白調掃描器(gray scale scanner)，使回音更有層次地表現出來；如瞬時掃描器(real-time scanner)，可縮短檢查時間，操作靈活，同時可見器官活動情形；如扇形斷層掃描器(sector scanner)可直接觀察心臟活動情形，若再加電影或錄影的記錄，可以將活動資料永久地保留下來。最近將發展成功三象限掃描系統(Three-dimensional scanning system)可以正面看到心臟活動，畫面恰如打開心臟，直接觀察瓣膜運動一般，亦可錄影保留。

超音波之應用，自Dr. John J. Wild用之觀察正常組織，良性瘤及惡性病開始，Dr. Ian Donald亦以超音波用在婦產科方面，用來檢視開刀後切下的子宮纖維瘤及卵巢腫瘤，發現反射回來之音波形式有明顯的不同，進而因機器之改良，將檢查直接應用到人體，可以檢視水囊狀胎塊、胎兒頭圍、病萎受精卵(blighted ovum)。在眼科方面，經Gilbert Baum之努力，可攝取得網膜剝離，眼球內腫瘤和異物等等超音波切面圖。心臟超音波之發展，早在1953年經Inge Elder和Hellmuth Hertz已奠定了時間-動作模式(time-mo-

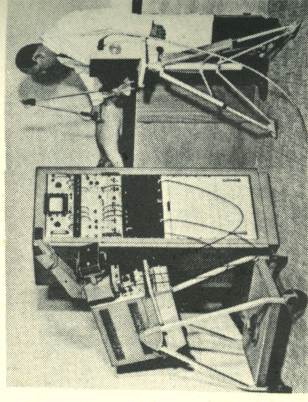


圖2、超音波機器與操作情形。工作人員手持探頭在病人身上移動，回音經探頭傳到圖中間之機器母體，轉換成可讀之圖形表示在銀幕上。圖左是瞬時顯像之照像機器。

tion mode)，使超音波在分秒不斷運動的心臟能以靜態圖面記錄下來，因而能觀察診斷僧帽瓣狹窄(mitral stenosis)，心包膜積水等心臟疾病。Lars Leksell發現超音波經由腦殼仍可得到腦中線構造之回聲，由於中線的位置，超音波可以推測腦內是否有佔據空間之病灶(occupying lesion)，如腫瘤或血腫塊。更由技術之改進，超音波可以探測天幕上空間之病灶(supratentorial space-occupying lesion)。

近二十年來，由於醫師與工程師之合作，使超音波在臨床醫學上之利用成為事實，同時成為診斷疾病之利器之一，更因為電子工業之發展與醫師們熱心的研究，使超音波之應用範圍愈來愈廣，診斷愈來愈精確，由此亦可見醫學工程師在現代醫學已佔重要角色。

## 超音波之原理

所謂超音波是音波超出人耳所能聽到的範圍，如蝙蝠飛翔即靠超音波



來偵察前方是否有阻礙物。而在醫用超音波其頻率都在1 MHz (Mega Hertz) 以上，故人耳無法聽到，但其音能只有1~40毫瓦/厘米<sup>2</sup> (milli-Watts/cm<sup>2</sup>)，要再加強100—1000倍以上才能損害組織。整套醫學上能夠應用之超音波機器，必須有一個探頭(Transducer)用來發出一個超音波，同時接收超音波之回音(echo)；有一架複雜的機器用來供應探頭所需之電流，並將探頭送回之訊號經機器放大處理而以某種形態表示在螢光幕上，或成圖形(B-mode)，或成線條(M-mode)，或成高低的山峯(A-mode)，用眼睛可以看見，用攝影機可以拍照，用錄影機直接或間接可以記錄。音波之會產生回音，是因爲音波穿過不同組織，密度不同，而在界面產生反射之結果。

既然超音波是音波，它必然具有音波之特性，這方面比較偏物理原理，對於非專門攻讀超音波者枯燥無味，在此只提一下就略過。一般音波之特性如傳導、波形、速度、頻率，波長與強度等與一般音波特性一樣。在醫學應用時，有些情況須特別注意，如速度一定時，高頻率波之指向性較低頻率波來得好，但高頻率波之削減力(attenuation)較低頻率波來得大，故在某種組織，某種情況下應用高頻或低頻須有完全的了解。其他在醫學超音波應認識的如：

1 解像力(resolution)：辨別兩物之間相隔距離之能力。解像力之好壞，視解析兩物間距離而定，距離愈短，解像力愈佳。可分爲平面解像力(lateral resolution)與縱深解像力(depth resolution)，平面解像力與波束之寬度有關，而波束之寬度由

音源直徑(即探頭之大小)、音頻及音源到物體間之距離而定。爲了有好平面解像力，音源要小、頻率要高，但相對地穿透力會降低。縱深解像力與波長有關，兩物距離比波長更短時無法被分辨出來，平常診斷上所用波長約0.1到1.5 mm，故小於此距離之兩物無法由超音波分辨出來，如個別的細胞或很小的腫瘤。

2 音波的削減(attenuation)：音波通過物質時，它的強度會逐漸減弱，這現象稱爲音波之削減，主要受波束之發散，音波之偏折(deflection)及能量被吸收等因素之影響。在軟組織中，音波削減量約1 db/MHz/Cm，而骨頭爲軟組織之20倍。通常水囊之削減最小，故音波可穿透較遠，而實質腫瘤之削減較大，故其回音完全不同，根據此原理可以輕易區別水囊或腫瘤。

3 傳音阻抗(acoustic impedance)：阻抗是指一介質對音波通過所給予的阻力，傳音阻抗隨介質的性質和音波之頻率及型式而變，但是，對平面縱波來說，傳音阻抗與頻率無關，而與介質之密度和音波在該介質中之速度有關，故音波由一個組織穿到另一個組織時，會發生傳音阻抗之變化，使音波在兩界面間發生回音，即是回音(echo)之來源。兩物質之傳音阻抗差別愈大，則在兩界面產生之回音愈強，這就是超音波能描出器官形狀之理由，但空氣與骨頭對於任何組織間之傳音阻抗相差太大，故超音波在遇到空氣或骨頭之界面時，大量被反射回來，很少能穿透下去，因而無法得知下面器官之音訊，這是超音波檢查之一大阻礙，亦即超音波之缺點。

4. 音波之吸收、反射、折射與散射：音波經過一介質時多少會被介質吸收而發生減弱現象。音波經由一介質到另一介質時會發生反射與折射現象，這些都是音波最基本現象，不再多談，因反射與回音有關，故當入射角大於2°時，反射回來之回音無法被接收探頭收到，故作檢查時應儘可能讓音束與目標之表面垂直。散射(scattering)之發生要反射面小於入射音波之波長，此時入射波將向所有方向散射，如超音波通過血液、蛋白質或膠原蛋白時，即可發生散射而使音波減弱，同時回音四散無法接收到。以上所談吸收、反射、折射與散射皆和音波之削減(attenuation)、傳音阻抗有關係。

超音波之產生：

衆所皆知，聲音之產生是靠振動而來的，如人聲靠聲帶，擴音器靠電磁與紙張，但超音波之頻率太高，平常之發音裝備無法勝任，須用晶體之振盪才能發生超音波。這種用於超音波的晶體須具有特殊之性能，即晶體受壓而變形時，能產生電流，此現象稱壓電效應(Piezoelectric effect)。此外，晶體亦須具有因電流之變化而變形之性能，此性能是產生超音波之條件。故須合乎上述兩種性能(即Piezoelectric characteristics)之晶體，才能用來產生超音波，如Barium titanate, Lead zirconate titanate, Quartz 等是目前用來作超音波機器探頭(transducer)之主要晶體。

(1)探頭(Transducer)：超音波機器的本身，大部分是用來轉變電流電壓，顯示圖形，放大回音電流與



機器之操作等，主要用來發生超音波以便檢查的是探頭。探頭構造如圖3，產生超音波與接收回音之晶體被裝在最前面，由機器來的電流經電綫到晶體的兩面，使晶體盪發出超音波，回來之回音經晶體之變形轉變成電流而輸入機器，經放大處理後以圖形表示出來。通常探頭發出超音波之時間約只佔0.1%，99.9%之時間探頭是用來作接受器，因回音有的很小，故探頭須有靈敏的接收能力。音波由探頭發出是成束，一段距離後，音束會散開，為了使音束能整束前進或能集中而增進敏感度，在晶體部分作成凹面，使音束達到要求條件，故探頭分有標準探頭或焦點探頭；另外因穿透力不同，探頭以頻率多少亦可分數種。為了組織切片或細胞吸引之用，又有中間有洞的探頭。

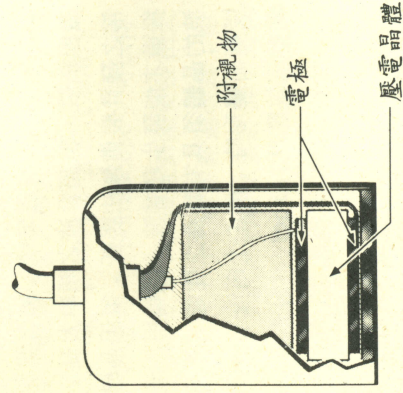


圖3、探頭之基本構造

(2) 超音波機械：機械本身是一架很複雜之電子儀器，內部構造無法詳細說明，主要是供應探頭之電流與轉變探頭接收之電流，且將收來之信息經過整理放大以圖形表現在螢光幕上或轉成記錄信號。機械上有許多操作鈕如TCG, Near gain, Far gain等，因機械製造商之不同，設計

亦不同，只要依說明書操作，便能得到所需要之條件即可。

### 超音波之模式

超音波表現圖形之模式有四種：

(1) A模式(A-mode)：由探頭接收到之回音，經機械整理放大後，直接以回音大小成比例在螢光幕上以高低山峯表示出來，如圖4。用於一般檢查與腦部。

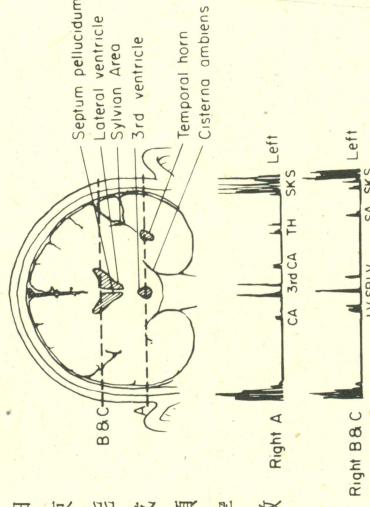


圖4、A模式之圖形：在腦部所作之

檢查，超音波表示圖形如下圖，由高低之山峯與山峯間之距離來表示構造變化。

(2) B模式(B-mode)：回音在圖形之表現以點作單位，回音強時，點子大且亮，回音弱時點子較小暗淡，圖形之形成追隨探頭之移動而成，故可構成平面圖形，如圖5。用於腹部，甲狀腺等檢查。

(3) T-M模式(T-Mmode或Mmode)：如B模式，回音以點來表示，但點之移動因時間之經過而異，故形成圖形，如圖6。用於心臟之檢查。

(4) 都卜爾(Doppler)：超音波既然是音波，就有都卜爾效應，利用都卜爾效應來作檢查之超音波設備稱都卜爾，如探測胎心音，血管中血流

速度等。因都卜爾儀器與超音波之儀器不太相同，在此不再詳細說明。

### 參考資料

1. Donald L. Kind: Diagnostic Ultrasound. The C.V. Mosby company St. Louis, 1974.
2. N. Hassani: Principles of Ultrasonography of the Abdomen. Springer-Verlag New York Inc., 1976.
3. H.H. Holm: Abdominal Ultrasound, 1st edition University park press, U.S.A., 1976.
4. H. Feigenbaum: Echocardiography, 2nd edition Lea & Febiger, Philadelphia, 1976.
5. Francis S. Weill: Ultrasonography of Digestive Diseases. The C.V. Mosby company St. Louis, 1978.

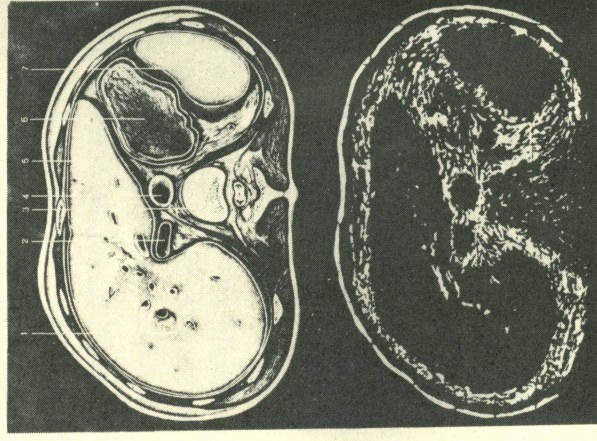


圖5、B模式之圖形：腹部超音波之檢查，由於探頭之走動，可使內臟器官相對地以圖形表示出來(下圖)，由上下兩圖之對照，很清楚地可知器官在超音波圖形之樣子。(1：肝，2：下腔靜脈，3：脊椎骨，4：腹部大動脈，5：肝左葉，6：胃，7：脾)



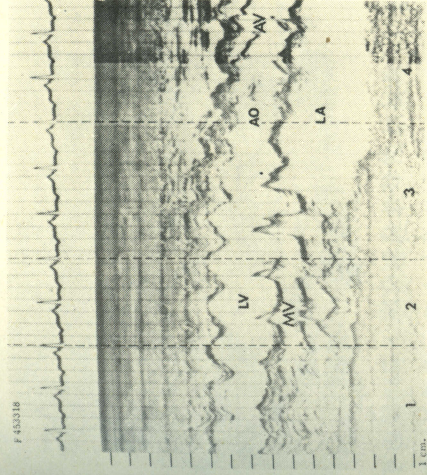


圖6、M模式之圖形：因時間之前進，使點劃成線；因心臟之跳動使點上下移動。由上述兩種因素，使M模式之圖形成彎曲之圖形，由圖形之曲線與曲線間之距離，可以知道心臟之構造與功能。(LV：左心室，MV：僧帽瓣，AO：大動脈，AV：大動脈瓣，LA：左心房)

## 醫學超音波·醫學超音波

### 醫學顯像專欄(六)

## 腹部超音波簡介

醫六屆  
長庚紀念醫院肝膽內科主任醫師

張簡吉辛

以超音波檢查腹腔內之器官是一種簡單、方便且非侵襲性之方法，其診斷之可靠性，因疾病之種類，體形之不同，檢查之器官之不同而異，如遇到肥胖、深部器官、腹腔內腸氣或骨頭下病灶，因超音波之穿透與回音受阻，使診斷受到干擾或檢查變為不可能。大體而言，超音波之應用，因簡單方便，對病人沒有傷害，可以放

心地用作第一線檢查，尤其懷疑水囊之疾病，超音波比任何檢查來得方便可靠。

腹部超音波討論的事情甚多，有專書討論之，本篇因篇幅關係，只有簡略談一談正常與常見異常之腹部超音波，同時婦產科方面不在本篇範圍，另由婦產科專家討論之。

1 腹部超音波操作：平常作腹部

檢查以礦物油為媒介，除去探頭與皮膚間之隙，將油塗在腹部皮膚，使探頭之表面與皮膚接觸。探頭在成人通常用2.25 MH，19 mm者，小兒可用3.5 MH之探頭。模式用B型，操作時將探頭緊接皮膚，沿各方向作掃描(如圖1)。若使用瞬時掃描器(real-time scanner)則可以作任何方向與角度的掃描。以B模式作掃